

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-055363
 (43)Date of publication of application : 27.02.1996

(51)Int. Cl. G11B 7/14

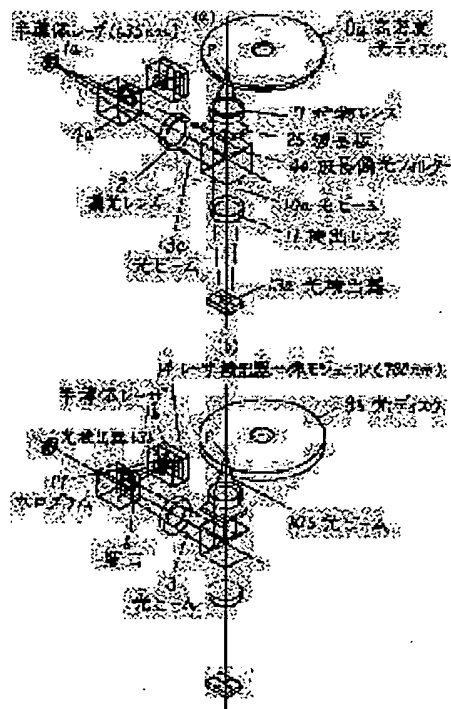
(21)Application number : 06-190462 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
 (22)Date of filing : 12.08.1994 (72)Inventor : HAYASHI HIDEKI
 URAIRI KENICHIROU
 MIZUNO SADA0
 KANEUMA YOSHIAKI

(54) OPTICAL HEAD

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform a recording/reproducing on an optical disk having the different thickness of a base material or a different dealing wavelength in an optical information reproducing device.

CONSTITUTION: This device has a laser detector integration module 14 including a semiconductor laser 1a having a first wavelength for reproducing a first optical disk and a semiconductor laser 1b having a second wavelength for reproducing a second optical disk. The second optical disk which differs in the thickness or in the dealing wavelength from the first disk can be reproduced without any problem by displacing the light emitting source of the semiconductor laser 1b to a direction in an optical axis from the light emitting source of the semiconductor laser 1a. The reproducing of an optical disk having the different thickness of the base material or the different wavelength is made possible with simple constitution by using one pair of a condensing lens and an objective lens.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.10.1998
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.10.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3240846
[Date of registration]	19. 10. 2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2000-17466
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	02. 11. 2000
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開

特開平8-1

(43) 公開日 平成8年(

(51) Int. Cl.⁶

G 1 1 B 7/14

識別記号

片内整理番号

7247-5D

P I

審査請求 未請求 請求項の数20 O L

(21) 出願番号 特願平6-190462

(22) 出願日 平成6年(1994)8月12日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番

(72) 発明者 林 秀樹

大阪府門真市大字門真1006番

産業株式会社内

(72) 発明者 涌入 賢一郎

大阪府門真市大字門真1006番

産業株式会社内

(72) 発明者 水野 定夫

大阪府門真市大字門真1006番

産業株式会社内

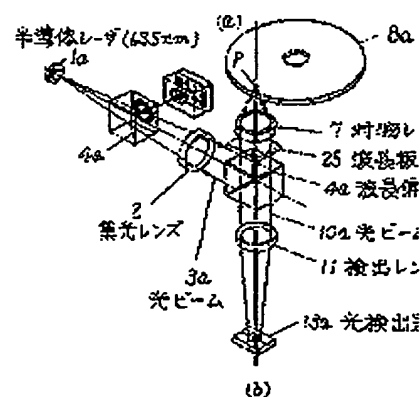
(74) 代理人 弁理士 小堀治 明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光ヘッド

(57) 【要約】

【目的】 光学情報再生装置において、基材厚または対応波長の異なる光ディスクに記録・再生する。

【構成】 第1の光ディスクを再生するための第1の波長の半導体レーザ1aと、第2の光ディスクを再生するための第2の波長の半導体レーザ1bを含むレーザ検出器一体モジュール14を含み、半導体レーザ1bの発光源を半導体レーザ1a発光源より光軸方向に偏位することによって、第1の光ディスクとは基材厚または対応波長の異なる第2の光ディスクを問題なく再生することが



(2)

特開平8-55363

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の光源と、第1の光源とは波長の異なる第2の光源と、第1の光源からの第1の光ビームを第1の光ディスクに収束させ、第2の光源からの第2の光ビームを第1の光ビームでは基材厚の違いによる球面収差のため通常の手段では記録、再生が困難な第2の光ディスクに収束させる光収束手段と、第1の光ビームと第2の光ビームを合成する光合成分離手段と、第1の光ディスクからの反射光を分離する光分離手段と、分離された第1の光ディスクからの反射光を受光する第1の光検出器と、第2の光源と一体に構成された第2の光検出器とを備え、第2の光ディスクからの反射光を前記光合成分離手段で分離し、第2の光検出器で受光するよう構成した光ヘッド。

【請求項2】第1の光源と、第1の光源とは波長の異なる第2の光源と、第1の光源からの第1の光ビームを第1の光ディスクに収束させ、第2の光源からの第2の光ビームを第1の光ビームの波長では対応波長の違いにより、記録面の反射率やビット深さ等が異なり、通常の手段では記録、再生が困難な第2の光ディスクに収束させる光収束手段と、第1の光ビームと第2の光ビームを合成する光合成分離手段と、第1の光ディスクからの反射光を分離する光分離手段と、分離された第1の光ディスクからの反射光を受光する第1の光検出器と、第2の光源と一体に構成された第2の光検出器とを備え、第2の光ディスクからの反射光を前記光合成分離手段で分離し、第2の光検出器で受光するよう構成した光ヘッド。

【請求項3】第1の光源と、第1の光源とは波長の異なる第2の光源と、第1の光源からの第1の光ビームを第1の光ディスクに収束させ、第2の光源からの第2の光ビームを第1の光ビームでは基材厚の違いによる球面収差のため通常の手段では記録、再生が困難な第2の光ディスクに収束させる光収束手段と、第1の光ビームと第2の光ビームを合成する光合成分離手段と、第1の光源と一体に構成された第1の光検出器と、第2の光源と一体に構成された第2の光検出器とを備え、前記光合成分離手段で分離された第1の光ディスクの反射光を第1の光検出器で受光し、第2の光ディスクで反射した反射光を第2の光検出器で受光するよう構成した光ヘッド。

【請求項4】第1の光源と、第1の光源とは波長の異なる第2の光源と、第1の光源からの第1の光ビームを第1の光ディスクに収束させ、第2の光源からの第2の光ビームを第1の光ビームの波長では対応波長の違いにより、記録面の反射率やビット深さ等が異なり、通常の手段では記録、再生が困難な第2の光ディスクに収束させる光収束手段と、第1の光ビームと第2の光ビームを合成する光合成分離手段と、第1の光源と一体に構成された第1の光検出器と、第2の光源と一体に構成された第2の光検出器とを備え、前記光合成分離手段で分離された第1の光ディスクの反射光を第1の光検出器で受光

2

し、第2の光ディスクで反射した反射光を第2の光検出器で受光するよう構成した光ヘッド。

【請求項5】請求項1から4において、光合成分離手段が第1の光源の波長に対しては透過し、第2の光源の波長に対しては反射することを特徴とする光ヘッド。

【請求項6】請求項1、2において、第1の光ディスクからの反射光を分離する光分離手段を、光合成分離手段と第1の光源の間に配置したことを特徴とする光ヘッド。

10 【請求項7】請求項6において、第1の光源の波長に対しては $1/4$ 波長の位相差を生じ第2の光源の波長に対しては $1/2$ 波長の位相差を生じる波長板を光合成分離手段と第1の光ディスクの間に設け、前記光合成分離手段を第1の光源の波長に対しては透過し、第2の光源の波長に対しては偏光分離特性を有するよう構成した光ヘッド。

20 【請求項8】請求項6において、第1の光源の波長に対しては $1/4$ 波長の位相差を生じる波長板を第1の光源と光合成分離手段との間に設け、光分離手段を第1の光源の波長に対しては偏光分離特性を有するよう構成し、前記光合成分離手段を第1の光源の波長に対しては透過し、第2の光源の波長に対しては反射するよう構成した光ヘッド。

【請求項9】請求項1、2において、第1の光ディスクからの反射光を分離する光分離手段を、光合成分離手段と第1の光ディスクの間に配置したことを特徴とする光ヘッド。

30 【請求項10】請求項9において、第1の光源の波長に対しては $1/4$ 波長の位相差を生じる波長板を光分離手段と第1の光ディスクの間に設け、前記光分離手段を第1の光源の波長に対しては偏光分離特性を有するよう構成し、光合成分離手段を第1の光源の波長に対しては偏光分離特性を有し、第2の光源の波長に対しては反射するよう構成したことを特徴とする光ヘッド。

【請求項11】請求項1から4において、光収束手段が第1の光源からの光ビームを略平行光に集光する集光レンズと、この略平行光を第1の光ディスクに収束する対物レンズからなることを特徴とする光ヘッド。

40 【請求項12】請求項1から4において、第1の光ビームと第2の光ビームの開口を各々制限する開口制限手段を設けたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項13】請求項12記載において、光ディスクに対して移動する可動部を有し、対物レンズと第1の光ビームと第2の光ビームの開口を各々制限する開口制限手段を、前記可動部に設けたことを特徴とする光ヘッド。

50 【請求項14】請求項12において、光収束手段に第1の光ビームの開口を制限する第1の開口制限手段を設け、光合成分離手段と第2の光源との間に第2の光ビームの開口を第1の光ビームの開口より小さく制限する第2の開口制限手段を設けたことを特徴とする光ヘッド。

(3)

特開平8-55363

3

4

【請求項15】請求項12、13、14において、第1の光源と第2の光源のうち波長の長い方の光源からの光ビームの開口数が、波長の短い方の光源からの光ビームの開口数より小さいことを特徴とする光ヘッド。

【請求項16】光源と、この光源からの光ビームの外周部より少なくとも2本の回折光ビームを発生する環状の回折格子と、前記光ビームおよび回折光ビームを光ディスクに収束させる光収束手段と、前記光ディスクから反射光を受光する光検出器とを備えた光ヘッド。

【請求項17】請求項12、14において、第2の光源と光合成分離手段の間に、第2の光ビームの外周部から少なくとも2本の回折光ビームを発生する環状の回折格子を設け、第2のディスクからの反射光を第2の光源と一体に構成された第2の光検出器で受光するよう構成した光ヘッド。

【請求項18】請求項16、17において、環状の回折格子の内部の開口が、光収束手段に設けられた開口より小さいことを特徴とする光ヘッド。

【請求項19】請求項16から18において、環状の回折格子の0次光透過率を10%以下にしたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項20】請求項16から19において、第2の光ディスクからの反射光のうち第2の光検出器へ入射する光ビームが環状の回折格子に入射しないよう構成したことを特徴とする光ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は基材厚または対応波長の異なる光ディスクを記録再生する光ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体レーザを用いた一般的な光ヘッドを図12に示す。図12において、半導体レーザ201から出射した光は集光レンズ202により平行な光ビーム203となる。光ビーム203は偏光ビームスプリッタ204にP偏光で入射することによりここを直進して、1/4波長板205を通り、反射ミラー206で光路を曲げられ対物レンズ207に入射する。対物レンズ207に入射した光は結像点pに絞り込まれ、光ディスク208の記録面上に光スポット209を形成する。次に、光ディスク208で反射した光ビーム210は、再び対物レンズ207と反射ミラー206および1/4波長板205を這って、偏光ビームスプリッタ204に入射する。光ビーム210は1/4波長板205の作用によりS偏光になるため、偏光ビームスプリッタ204で反射して、検出レンズ211とシリンドリカルレンズ212を通り、光検出器213に受光される。光検出器213は、再生信号を検出すると共に、いわゆる非点収差法によりフォーカス制御信号を、プッシュプル法によりトラッキング制御信号を検出するように構成されてい

る。

【0003】このような構成の光ヘッドに用いられる対物レンズ207は、光ディスク208の基材厚およびその対応波長を考慮して作られており、厚みまたは対応波長の異なる光ディスクに対しては、球面収差が生じて記録再生ができなくなる。従来、コンパクトディスクやビデオディスクあるいは光磁気ディスク装置等に用いられる光ディスクの基材厚は全て1.2mmであり、対応波長は780nm～830nmであったため、1つの光ヘッドでこれらの光ディスクを記録再生することが可能であった。

【0004】一方、近年、より高密度化を図るために、対物レンズの開口数を大きくする、あるいは使用波長を短くする等が検討されている。しかし、以下に述べるように高密度化を図った光ディスクと従来の光ディスクを同一の光ヘッドで記録再生するのは困難であった。

【0005】まず、対物レンズの開口数を大きくすることに関しては、光学的な分解能が向上し、記録あるいは再生可能な周波数帯域を広げることができる反面、光ディスク208に傾きがあると、光スポット209のコマ収差が従来以上に増加する。このため、実用的には開口数を上げて結像性能が向上しないという問題があった。そこで、対物レンズの開口数を大きくしてもコマ収差が大きくなりすぎないように、基材厚の薄い光ディスクを用いてコマ収差を低減するのが望ましい。前記光ディスク208と対物レンズ207の傾きによるコマ収差は、光ディスクの厚みを薄くすると図13のようになる。図13の横軸は光ディスクの基材厚を、縦軸は開口数を表しており光ディスクと対物レンズが0.2°傾いた場合の、光スポット209の光強度分布のピーク値の劣化が等しくなる点を計算したものである。図から開口数が0.5で光ディスクの厚みが1.2mmの場合と、開口数が0.62で光ディスクの厚みが0.6mmの場合は前記ピーク値の劣化がほぼ同等であることが判る。従って、開口数を大きくする場合、光ディスクの基材厚を薄くすることにより、光ディスクの傾きにより発生するコマ収差を従来なみに抑えることができる。しかし、光ディスクの基材厚を薄くした場合、上記球面収差により基材厚1.2mmの光ディスクを記録再生することができなくなり、光ヘッドの互換性はなくなる。このため、基材厚の薄い光ディスクと1.2mmの光ディスクを1つの装置で記録再生するには2個の光ヘッドが必要であった。

【0006】また、使用波長を短くしても対物レンズの開口数を大きくすると同様に、光学的な分解能が向上し、記録あるいは再生可能な周波数帯域を広げることができるが、従来の波長(780nm)が対応波長の光ディスクを短波長(たとえば635nm)の半導体レーザで再生した場合、記録面の反射率や吸収率等の違いから十分な再生信号または制御信号が得られないという問題

(4)

特開平8-55363

5

点が発生する。これは、たとえば書き込み可能なCDとして規格化されたCD-R等では顕著にみられる。CD-Rの反射率の波長依存性のデータの一例を、(図14)に示す。CD-Rはもとより、775-820nmで反射率が65%以上と規定されているが、規定範囲外の波長では極端に反射率が変化し、635nm付近の反射率は5%程度となるものもある。また、CD-Rの再生パワーは、0.7mW以下と規定されている。このため、635nmの半導体レーザを用いた光ヘッドで上記データのようなCD-Rも再生しようとした場合、再生パワーを上限の0.7mWとし、再生光学系の効率を仮に100%としても再生検出系には35μWのパワーしか得られず、非常にS/Nの悪い、つまり高価な再生信号系が必要となる。実際には、コスト等を考えた普及型の光ヘッドでは、再生光学系の効率を50%以下に設計する事が望ましく、635nmでの光検出器の効率等を考慮すると再生S/Nを確保するのは非常に困難となる。以上の様な理由から、従来の技術では、635nm対応の高密度光ディスクとCD-Rを、1つの光ヘッドで再生するのは非常に困難で、高密度光ディスク再生用の635nmを用いた光ヘッドとCD、CD-R再生用の光ヘッドをそれぞれ設ける必要があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記技術では光ヘッドが少なくとも2個必要なことからコスト高になる上に、装置の小型化にも不都合であるという問題点があった。本発明の目的は光学系をひとつとした上で、光源および検出光学系のみを対応ディスクごとに設けることにより、1つの光ヘッドで基材厚の異なる光ディスクまたは、対応波長の異なる光ディスクを記録再生することを可能とし、低コストで小型の光ヘッドを実現することにある。また、対応ディスクごとの光源および検出光学系のうち少なくとも一方を光源と検出系を一体としたいいわゆるLD・PD一体モジュールとすることにより構成および調整の簡素化を実現することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、第1の光源と、第1の光源とは波長の異なる第2の光源と、第1の光源からの第1の光ビームを第1の光ディスクに収束させ、第2の光源からの第2の光ビームを第1の光ビームでは基材厚の違いによる球面収差のため通常の手段では記録、再生が困難な第2の光ディスクに収束させる光収束手段と、第1の光ビームと第2の光ビームを合成する光合成分離手段と、第1の光ディスクからの反射光を分離する光分離手段と、分離された第1の光ディスクからの反射光を受光する第1の光検出器と、第2の光源と一体に構成された第2の光検出器とを備え、第2の光ディスクからの反射光を前記光合成分離手段で分離し、第2の光検出器で受光するよう構成したものである。

【0009】また、第1の光源と、第1の光源とは波長

6

の異なる第2の光源と、第1の光源からの第1の光ビームを第1の光ディスクに収束させ、第2の光源からの第2の光ビームを第1の光ビームの波長では対応波長の違いにより、記録面の反射率やビット深さ等が異なり、通常の手段では記録、再生が困難な第2の光ディスクに収束させる光収束手段と、第1の光ビームと第2の光ビームを合成する光合成分離手段と、第1の光ディスクからの反射光を分離する光分離手段と、分離された第1の光ディスクからの反射光を受光する第1の光検出器と、第2の光源と一体に構成された第2の光検出器とを備え、第2の光ディスクからの反射光を前記光合成分離手段で分離し、第2の光検出器で受光するよう構成したものである。

【0010】

【作用】このような構成によって、1つの光ヘッドで基材厚の異なる光ディスクまたは対応波長の異なる光ディスクに対応することができ、対物レンズの開口数を上げて高密度化を図った薄型の光ディスクと、従来の1.2mmの光ディスクあるいは、記録再生用半導体レーザの波長を短波長化して高密度化した短波長対応ディスクと、従来の波長対応のディスクに対して記録再生ができる。従って、1つの光ヘッドで互換性を犠牲にすること無く高密度化を図ることができ、小型・低コスト化が可能になる。

【0011】また、少なくとも一方の半導体レーザ、光検出系にレーザ検出器一体モジュールを用いることにより、基材厚違いあるいは対応波長違いでそれぞれ存在する検出光学系の複雑な調整を簡略化することができ、小型化も可能となる。

【0012】

【実施例】

〈実施例1〉以下本発明の第1の実施例について、図面を参照しながら説明する。図1(a)は本実施例において基材厚0.6mmの高密度光ディスク8aを再生する場合、図1(b)は基材厚1.2mmの光ディスク8bを再生する場合を示している。図1(a)において、発振波長635nmの半導体レーザ1aから射出した光ビームは図2(a)に示す特性を持った第1の波長偏光フィルタ4aをP偏光で透過し、集光レンズ2により略平行な光ビーム3aとなり、図2(a)に示す特性を持った第2の波長偏光フィルタ4aに入射する。ここで、第2の波長偏光フィルタ4aは第1の波長偏光フィルタ4aとは空間的に90°ねじれた状態で設置されているため、前記光ビーム3aは第2の波長偏光フィルタ4aに対してS偏光で入射する。このため、前記光ビーム3aはここで反射して、波長板25を通り、対物レンズ7に入射する。前記波長板25は635nmに対して $\pi/2$ の位相差を生ずるよう設定されている。対物レンズ7に入射した光は結像点pに絞り込まれ、基材厚0.6mmの高密度の光ディスク8aの記録面上に光スポット9a

(5)

特開平8-55363

7

を形成する。次に、光ディスク8aで反射した光ビーム10aは、再び対物レンズ7と波長板25を通過して、第2の波長偏光フィルタ4aに入射する。光ビーム10aは波長板25の作用によりP偏光になるため、第2の波長偏光フィルタ4aを透過して、検出レンズ11を通り、第1の光ディスク用の光検出器13aに受光される。光検出器13aは、再生信号を検出すると共に、いわゆる非点収差法によりフォーカス制御信号を、プッシュプル法によりトラッキング制御信号を検出するように構成されている。

【0013】また、本実施例の光ヘッドは、発振波長780nmの半導体レーザを備えた、いわゆるレーザ検出器一体モジュール14を備えている。

【0014】レーザ検出器一体モジュールとは、図1(b)の14の様に半導体レーザ1bと、光ディスクからの反射光を分離し空間的变化を与えるホログラムと、その反射光を受光する光検出器13bとが一体に構成されたもので、あらかじめモジュールを組み立てる際に光検出器13bとホログラムの位置が調整されているものである。したがって、このレーザ検出器一体モジュールは、光学ヘッドの基準面に無調整であるいは、トラッキング検出用のサブビームの回転の調整のみで光学ヘッドに取り付けることができる。なお、本実施例では光ディスクからの反射光を分離する素子をホログラムとしたが、同様の効果をプリズムで得ることもできる。

【0015】図1(b)において、レーザ検出器一体モジュール14の半導体レーザ1bから出射した光ビームは、基材厚1.2mmの光ディスク(たとえばCD)8bの再生に最適な集光状態となるように開口6で開口制限を受け、前記第1の波長偏光フィルタ4aに入射し図2(a)の特性により偏光状態に関わらず反射する。光ビームは集光レンズ2により前記略平行ビーム3aに比べ、少し発散する光ビーム3bとなり、第2の波長偏光フィルタ4aに入射する。光ビーム3bは、図2(a)の特性によりどこでも偏光方向に関係なくほぼ100%反射して、波長板25を通り、対物レンズ7に入射する。対物レンズ7に入射した光は結像点p'に絞り込まれ、基材厚1.2mmの光ディスク8bの記録面上に光スポット9bを形成する。次に、光ディスク8bで反射した光ビーム10bは、再び対物レンズ7と波長板25を通過して、第2の波長偏光フィルタ4aに入射する。光ビーム10bは波長板25の作用により偏光状態が変化しているが、図2(a)の特性により、偏光状態に関わらずほぼ100%反射して集光レンズ2を通過して、さらに第1の波長偏光フィルタ4aでも同様にほぼ100%反射してレーザ検出器一体モジュール14の方向に向かう。レーザ検出器一体モジュールに入射した光ビームは、ホログラム17で回折され、光検出器13bに入射し、いわゆるSSD(SPOT SIZE DETECTION)方式を使って前記対物レンズ7を記録面に追

8

従させるためのフォーカス制御信号を、いわゆる3ビーム方式を使ってトラック面上のトラックに追従させるためのトラッキング制御信号を検出するように構成されている。

【0016】図3にはレーザ検出器一体モジュール14に設けられた、発振波長が780nmの半導体レーザ1bからの光ビーム3bが基材厚1.2mmの光ディスク8bに焦点を結んだ場合の波面収差と、発振波長が635nmの半導体レーザ1bから集光レンズ2まで距離の関係を示した。なお、対物レンズ7と集光レンズ2は、それぞれの焦点距離を3mm、2.5mmとして、半導体レーザ1aからの光ビーム3aが基材厚0.6mmの高密度光ディスクに波面収差10mλ(rms)以下で焦点を結ぶように設計されている。この図3から半導体レーザ1bから集光レンズ2までの距離を適当に設定することにより、波長635nm・基材厚0.6mmで設計された対物レンズ・集光レンズ系で、発振波長が780nmの半導体レーザ1bからの光ビームを基材厚1.2mmの光ディスク8bに波面収差10mλ以下で収束させることができることがわかる。つまり、本実施例では、半導体レーザ1bから集光レンズ2までの距離を半導体レーザ1aから集光レンズ2までの距離より約8mm短く設定することにより、半導体レーザ1bからの光ビーム3bで基材厚1.2mmの光ディスク8bを問題なく再生することができる。

【0017】図16に上記光学系を用いたシステムブロック図を示した。装置に挿入された光ディスクをカートリッジ形状等から基材厚0.6mmの高密度光ディスクと基材厚1.2mmの光ディスクとを判別する。基材厚0.6mmの高密度光ディスクと判断された場合は、635nm半導体レーザ1aを点灯させ、光ディスク8aに焦点をむすび、その反射光を光検出器13aで受光することにより、制御信号および再生信号を得ることができる。また、基材厚1.2mmの光ディスクと判断された場合は、半導体レーザ1bを点灯させ、光ディスク8bに焦点をむすび、その反射光を光検出器13bで受光することにより、制御信号および再生信号を得ることができる。

【0018】本実施例の構成にすることにより、波長板25は波長635nmに対してのみアイソレータの役目をするだけで、波長780nmに対しては規定する必要がなく、安価な部品を使用することができる。さらに、第1の波長偏光フィルタと第2の波長偏光フィルタを同一仕様のものを使用することができコストダウンが可能である。また、波長635nmの光ビームが基材厚0.6mmの高密度光ディスク8aに集光するまでの反射面の面数を最小にすることができ、結像点pにおける波面収差の精度が上がり良好な再生特性を得ることができる。

【0019】なお、本実施例では第1の波長偏光フィル

9

タの特性を図2(a)に示すものとしたが、635nm用の通常の偏光ビームスプリッタとしても差し支えないため、さらにコストダウンが可能である。

【0020】(実施例2)以下本発明の第2の実施例について、図面を参照しながら説明する。図4(a)は本実施例において基材厚0.6mmの高密度光ディスク8aを再生する場合、図4(b)は基材厚1.2mmの光ディスク8bを再生する場合を示している。図4(a)において、発振波長635nmの半導体レーザ1aから出射した光はP偏光で図2(a)に示す特性を有する波長偏光フィルタ4aを透過し、さらに図2(b)に示す特性を有する波長偏光フィルタ4bを透過し、集光レンズ2により略平行な光ビーム3aとなる。光ビーム3aはミラー21で反射し、波長板5に入射し、偏光状態が円偏光に変換され、対物レンズ7に入射する。ここで、波長板5は、635nmに対しては $\pi/2$ の位相差を生じ、780nmに対しては π の位相差を生ずるよう設定されている。対物レンズ7に入射した光は結像点pに絞り込まれ、基材厚0.6mmの高密度光ディスク8aの記録面上に光スポット9aを形成する。光ディスク8aで反射した光ビーム10aは、再び対物レンズ7、波長板5を通過して偏光状態がS偏光に変換される。さらにミラー21、集光レンズ2を通過して、図2(b)に示す特性により偏光状態に関わらず第2の波長偏光フィルタ4bを透過し、第1の波長偏光フィルタ4aに入射する。光ビーム10aは、波長板5によりS偏光に変換されているため第1の波長偏光フィルタ4aで反射し、検出レンズ31を通過し、第1の光検出器13aで受光される。光検出器13aは、再生信号を検出すると共に、いわゆる非点収差法によりフォーカス制御信号を、プッシュプル法によりトラッキング制御信号を検出するように構成されている。

【0021】また、本実施例の光ヘッドは、発振波長635nmの半導体レーザ1aとは、発光偏光方向が直行した方向に設置され、発振波長780nmの半導体レーザを備えた、いわゆるレーザ検出器一体モジュール14を備えている。図4(b)において、レーザ検出器一体モジュール14の半導体レーザ1bからS偏光で出射した光ビームは、基材厚1.2mmの光ディスク(たとえばCD)8bの再生に最適な集光状態となるように開口6で開口制限を受け、第2の波長偏光フィルタ4bで反射し、集光レンズ2により少し発散した光ビーム3bとなり、ミラー21で反射する。波長板5は、780nmに対しては π の位相差を与えるため光ビーム3bは、波長板5を通過して偏光方向を90°回転させられ、対物レンズ7に入射する。対物レンズ7に入射した光ビーム3bは結像点p'に絞り込まれ、基材厚1.2mmの光ディスク(たとえばCD)8bの記録面上に光スポット9bを形成する。光ディスク8bで反射した光ビーム10bは、再び対物レンズ7を通過して、波長板5に入射す

(5)

特開平8-55363

10

る。ここで再び偏光方向を90°回転させられ元のS偏光となってミラー21で反射し、集光レンズ2を通過して第2の波長偏光フィルタ4bに入射する。図2(b)の特性により光ビーム10bはレーザ検出器一体モジュール14の方向にほぼ100%反射される。レーザ検出器一体モジュール14の詳細は実施例1と同様である。

【0022】なお、本実施例では光ヘッドを薄型にするためにミラー21を構成にいたれたが、光ヘッドの性能上は無くても良く、集光レンズ2から出射した光ビーム3aまたは光ビーム3bが直接波長板5を通過して対物レンズ7に入射する構成でも差し支えない。

【0023】本実施例のような構成により、波長635nmの光ビームが基材厚0.6mmの高密度光ディスクに集光するまでの反射面の面数を最小にすることができ、結像点pにおける波面収差の精度が上がり良好な再生特性を得ることができる。

【0024】(実施例3)以下本発明の第3の実施例について、図面を参照しながら説明する。図5(a)は本実施例において基材厚0.6mmの高密度光ディスク8aを再生する場合、図5(b)は基材厚1.2mmの光ディスク8bを再生する場合を示している。図5(a)、(b)において、第3の実施例は第2の実施例における波長板5のかわりに、波長板25とした。波長板25は第1の実施例と同様に、波長635nmに対して $\pi/2$ の位相差を生ずるよう設定されており、第1の波長偏光フィルタ4aと第2の波長偏光フィルタ4bの間に設けたものである。つまり、偏光方向を変化させる波長板25はレーザ検出器一体モジュールからの光ビーム3bには関与せず、発振波長635nmの半導体レーザ1aからの光ビーム3aの偏光方向のみを変化させる構成としたものである。また、本実施例では、レーザ検出器一体モジュールからの光ビームの開口制限を対物レンズアクチュエータ26に一体に取り付けられた可動開口制限板で行う。つまり、高密度光ディスク8aを再生する場合は、対物レンズの開口すべてを使って再生し、基材厚1.2mmの光ディスク8bを再生する場合は、光ディスク8bの再生に最適な集光状態となるように可動開口制限板を光ビーム3b中に移動させ、開口制限を行う。本実施例は、上記光学構成以外は実施例2と同様である。

【0025】本実施例の構成により、波長板の特性は波長780nmに対しての制約はなく、波長635nmに対してのみ通常の1/4波長板として作用すれば良く、安価な部品が使用でき、光ヘッドのコストダウンが可能である。また、レーザ検出器一体モジュールからの光ビーム3bの開口制限を光ディスク8bに収束光学系を追従させる対物レンズアクチュエータ26に一体にとりつけることにより、この対物レンズアクチュエータ26が光ディスクの偏心による記録トラックの移動に追従した場合に発生する収束光量の低下、および収束スポットの

(7)

特開平8-55363

11

収差増大を低減することができる。

【0026】（実施例4）以下本発明の第4の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0027】図6（a）は本実施例において基材厚0.6mmの高密度光ディスク8aを再生する場合、図6（b）は基材厚1.2mmの光ディスク8bを再生する場合を示している。図6（a）において、発振波長635nmの半導体レーザ1aから出射した光ビームは図2（a）に示す特性の平行平板波長偏光フィルタ4a表面で反射し、図2（b）に示す特性の波長偏光フィルタ4bを透過し、集光レンズ2により略平行な光ビーム3aとなる。光ビーム3aは波長板5を透過して円偏光に変換され、対物レンズ7に入射し、光は結像点pに絞り込まれ、基材厚0.6mmの高密度光ディスク8aの記録面上に光スポット9aを形成する。波長板5は第2の実施例と同様、635nmに対しては $\pi/2$ の位相差を生じ、780nmに対しては π の位相差を生ずるよう設定されている。光ディスク8aで反射した光ビーム10aは、再び対物レンズ7、波長板5を通過して偏光方向が90°回転し、波長偏光フィルタ4bにP偏光で入射する。光ビーム10aは図2（b）の特性により偏光状態に関わらず波長偏光フィルタ4bを透過して平行平板波長偏光フィルタ44aに入射する。波長板5によって偏光方向を90°回転させられ、P偏光で入射した光ビーム10aは平行平板波長偏光フィルタ44aを透過し、検出レンズ51を通過して第1の光検出器13aで受光される。光検出器13aは、再生信号を検出すると共に、平行平板波長偏光フィルタ44aを透過することによって生ずる非点収差を検出する、いわゆる非点収差法によりフォーカス制御信号を、プッシュプル法によりトラッキング制御信号を検出するように構成されている。

【0028】また、本実施例の光ヘッドは、発振波長635nmの半導体レーザ1aとは、発光偏光方向が直行した方向に設置された発振波長780nmの半導体レーザを備えた、いわゆるレーザ検出器一体モジュール14を備えている。構成を図6（b）に示したが、集光系および検出系は第2の実施例の配置と同様である。

【0029】本実施例の構成により、平行平板の波長偏光フィルタを用いることによって検出光に非点収差を発生させているため特別の検出光学系を必要とせず部品点数を削減でき、安価な光ヘッドを実現することができる。

【0030】なお、本実施例では平行平板波長偏光フィルタの特性を図2（a）に示すものとしたが、635nm用の通常の偏光ビームスプリッタとしても差し支えないため、さらにコストダウンが可能である。また、平行平板への入射角度は45°より大きな角度で設計するのがよい。

【0031】（実施例5）以下本発明の第5の実施例について、図面を参照しながら説明する。

12

【0032】図7（a）は本実施例において基材厚0.6mmの高密度光ディスク8aを再生する場合、図7（b）は基材厚1.2mmの光ディスク8bを再生する場合を示している。図7（a）において、第1のレーザ検出器一体モジュール74の発振波長635nmの半導体レーザ1aから出射した光ビーム63aは、P偏光で図2（a）に示す特性の波長偏光フィルタ4aに入射する。波長偏光フィルタ4aを透過した光ビーム63aは、対物レンズ67によって結像点pに絞り込まれ、高密度光ディスク8aの記録面上に光スポット9aを形成する。次に、光ディスク8aで反射した光ビーム70aは、再び対物レンズ67を通過して、波長偏光フィルタ4aに入射する。光ビーム70aは波長偏光フィルタ4aを直進して、第1のレーザ検出器一体モジュール74に入射する。第1のレーザ検出器一体モジュールに入射した光ビームは、第1のホログラム77で回折され、第1の光検出器73に入射し、いわゆるSSD方式を使って前記対物レンズ7を記録面に追従させるためのフォーカス制御信号を、いわゆる3ビーム方式を使ってトラック面上のトラックに追従させるためのトラッキング制御信号を検出するように構成されている。

【0033】また、本実施例の光ヘッドは、第1のレーザ検出器一体モジュール74の発振波長635nmの半導体レーザ1aとは、発光偏光方向が直行した方向に設置され、発振波長780nmの半導体レーザ1bを備えた、第2のレーザ検出器一体モジュール61を備えている。第2のレーザ検出器一体モジュール61の詳細を図8に示す。図8において半導体レーザ1bから出射した光ビーム63bはミラー82で反射し、円環状のグレーティング83により3ビームトラッキング用のサブビームが生成される。グレーティング83は、図9で示す溝深さDが、グレーティングの屈折率をnとして、 $(n-1)$ が光ビーム63bの波長の $N/2$ 倍、また平面部L1と溝部L2の比が1:1となっており理論的には0次光の効率が0%となっている。つまり、円環状グレーティング83の内径は0次光の開口制限となっており、基材厚1.2mmの光ディスク（たとえばCD）8bの再生に最適な集光状態となるように光ビーム63bを開口制限している。図7（b）においてS偏光で第2のレーザ検出器一体モジュール61から出射した光ビーム63bは、波長偏光フィルタ4aで反射し、対物レンズ67に入射し、結像点p'に絞り込まれ、光ディスク8bの記録面上に光スポット9bを形成する。光ディスク8bで反射した光ビーム70bは、再び対物レンズ67を通過して、図2（b）の特性により波長偏光フィルタ4aでほぼ100%反射され、レーザ検出器一体モジュール61に入射する。第2のレーザ検出器一体モジュール61に入射した光ビーム70bは、第2のホログラム17で回折され、光検出器13bに入射し、いわゆるSSD方式を使って前記対物レンズ67を記録面に追従させるた

(8)

特開平8-55363

13

めのフォーカス制御信号を、いわゆる3ビーム方式を使ってトラック面上のトラックに追従させるためのトラッキング制御信号を検出するように構成されている。

【0034】本実施例の構成により、二つのレーザ検出器一体モジュールを用いた簡単な光学構成を実現することができ、小型で安価な光ヘッドを実現することができる。また、基材厚1.2mmの光ディスク再生時の開口制限を図8のようにグレーティング8の部分で行うことにより、トラッキング用のサブビームのレンズ開口でのけられを少なくすることができ半導体レーザ1bからの光の利用効率を向上させることができる。

【0035】また、本実施例の構成により、波長635nmの光ビームが基材厚0.6mmの高密度光ディスクに集光するまでの反射面を皆無にすることができ、結像点pにおける波面収差の精度が上がり良好な再生特性を得ることができる。

【0036】なお、本実施例では第1のレーザ検出器一体モジュールから出射した波長635nmの偏光方向をP偏光としたが、波長偏光フィルタの特性を図2(b)に示す特性に変更することによって、第1のレーザ検出器一体モジュールの偏光方向をS偏光としても差し支えない。この場合、第2のレーザ検出器一体モジュールの偏光方向はS偏光となることはいうまでもない。

【0037】上記の様に、波長偏光フィルタの特性を変更することによって入射する偏光方向を変えることができる。これによって、各レーザ検出器一体モジュールの設置方向を任意に変えることができ、立ち上げミラー等を構成に追加することによって薄型光ヘッドを実現することが可能になる。

【0038】(実施例6)以下本発明の第6の実施例について、図面を参照しながら説明する。図10(a)は本実施例において基材厚1.2mm、波長635nm対応の高密度光ディスク108aを再生する場合、図10(b)は基材厚1.2mm波長780nm対応の光ディスク8bを再生する場合を示している。図10(a)において、発振波長635nmの半導体レーザ1aから出射した光ビームは図2(a)に示す特性を持った第1の波長偏光フィルタ4aをP偏光で通過し、集光レンズ102により略平行な光ビーム103aとなる。光ビーム103aは図2(a)に示す特性を持った第2の波長偏光フィルタ4aにS偏光で入射することによりここで反射して、波長板25を通り、対物レンズ107に入射する。ここで、波長板25は第1の実施例と同様、635nmに対しては $\pi/2$ の位相差を生ずるよう設定されている。対物レンズ107に入射した光は結像点pに絞り込まれ、基材厚1.2mmの高密度の光ディスク108aの記録面上に光スポット109aを形成する。次に、光ディスク108aで反射した光ビーム110aは、再び対物レンズ107と波長板25を通過して、第2の波長偏光フィルタ4aに入射する。光ビーム110aは波長

14

板25の作用によりP偏光になるため、第2の波長偏光フィルタ4aを直進して、検出レンズ111を通り、第1の光ディスク用の光検出器13aで受光される。光検出器13aは、再生信号を検出すると共に、いわゆる非点収差法によりフォーカス制御信号を、プッシュプル法によりトラッキング制御信号を検出するように構成されている。

【0039】また、本実施例の光ヘッドは、発振波長780nmの半導体レーザを備えた、いわゆるレーザ検出器一体モジュール14を備えている。図10(b)においてレーザ検出器一体モジュール14の詳細および光ディスク8bまでの光学構成は実施例1と同様である。

【0040】ただし、本実施例では、高密度光ディスク108aと光ディスク8bの基材厚さがともに1.2mmであるが、実施例1同様、780nmの半導体レーザ1bから集光レンズ102までの距離を適当に設定することにより、光ビーム103bを基材厚1.2mmの光ディスク8bに波面収差10nm以下で収束させることができる。つまり、波長635nmで設計された集光レンズ、対物レンズ系を用いて波長780nmの光ビーム103bで、光ディスク8bを問題なく再生できる。

【0041】以上の様な光学系を用いることにより、波長635nm対応の高密度光ディスク108aを再生する場合は、半導体レーザ1aを点灯させ、光ディスク108aに焦点をむすび、その反射光を光検出器13aで受光することにより、再生信号および制御信号を得ることができる。また、波長780nm対応の光ディスク8bを再生する場合は、半導体レーザ1bを点灯させ、光ディスク8bに焦点をむすび、その反射光を光検出器13bで受光することにより、再生信号および制御信号を得ることができる。

【0042】本実施例の構成により、波長板25は波長635nmに対してのみアイソレータの役目をするだけで、波長780nmに対しては規定する必要がなく、安価な部品を使用することができる。さらに、第1の波長偏光フィルタと第2の波長偏光フィルタを同一仕様のもので使用することができコストダウンが可能である。

【0043】また、本実施例の構成により、波長635nmの光ビームが基材厚0.6mmの高密度光ディスクに集光するまでの反射面の面数を最小にすることができ、結像点pにおける波面収差の精度が上がり良好な再生特性を得ることができる。

【0044】なお、本実施例では第1の波長偏光フィルタの特性を図2(a)に示すものとしたが、635nm用の通常の偏光ビームスプリッタとしても差し支えないため、さらにコストダウンが可能である。

【0045】(実施例7)以下本発明の第7の実施例について、図面を参照しながら説明する。図11(a)は本実施例において基材厚1.2mm、波長635nm対応の高密度光ディスク108aを再生する場合、図11

15

(b)は基材厚1.2mm波長780nm対応の光ディスク8bを再生する場合を示している。図11(a)において、第1のレーザ検出器一体モジュール135の発振波長635nmの半導体レーザ1aから出射した光ビーム123aは、P偏光で波長偏光フィルタ4aに入射する。図2(a)に示す特性により波長偏光フィルタ4aを透過した光ビーム123aは、対物レンズ107によって結像点pに絞り込まれ、基材厚1.2mmの高密度光ディスク108aの記録面上に光スポット109aを形成する。光ディスク108aで反射した光ビーム130aは、再び対物レンズ107を通過して、図2(a)に示す特性を持った波長偏光フィルタ4aに入射する。光ビーム130aは波長偏光フィルタ4aを直進して、第1のレーザ検出器一体モジュール135に入射する。第1のレーザ検出器一体モジュール135に入射した光ビーム123aは、ホログラム77で回折され、光検出器73に入射し、いわゆるSSD方式を使って前記対物レンズ107を記録面に追従させるためのフォーカス制御信号を、いわゆる3ビーム方式を従ってトラック面上のトラックに追従させるためのトラッキング制御信号を

【0046】また、本実施例の光ヘッドは、第1のレーザ検出器一体モジュール135の半導体レーザとは、発光偏光方向が直行した、発振波長780nmの半導体レーザを備えた。第2のレーザ検出器一体モジュール61を備えている。図11(b)において第2のレーザ検出器一体モジュール61の詳細は実施例5と同様である。

【0047】ただし、本実施例は、高密度光ディスク108aと光ディスク8bの基材厚さがともに1.2mmであるが、実施例1同様、発振波長780nmの半導体レーザ1bが対物レンズ107までの距離を適当に設定することにより、光ビーム123bを基材厚1.2mmの光ディスク8bに波面収差10nm以下で収束させることができる。つまり、波長635nmで設計された集光レンズ、対物レンズ系を用いて波長780nmの光ビーム123bで、光ディスク8bを問題なく再生できる。

【0048】以上の様な光学系を用いることにより、波長635nm対応の高密度光ディスク108aを再生する場合は、半導体レーザ1aを点灯させ、光ディスク108aに焦点をむすび、その反射光を光検出器73で受光することにより、再生信号および制御信号を得ることができる。また、波長780nm対応の光ディスク8bを再生する場合は、半導体レーザ1bを点灯させ、光ディスク8bに焦点をむすび、その反射光を光検出器13bで受光することにより、再生信号および制御信号を得ることができる。

【0049】実施例5同様、本実施例の構成により、二つのレーザ検出器一体モジュールを用いて簡単な光学構成を実現することができ、小型で安価な光ヘッドを実現

(9)

特開平8-55363

16

することができる。

【0050】また、本実施例の構成により、波長635nmの光ビームが基材厚0.6mmの高密度光ディスクに集光するまでの反射面を皆無にすることができ、結像点pにおける波面収差の精度が上がり良好な再生特性を得ることができる。

【0051】なお、本実施例では第1のレーザ検出器一体モジュールから出射した波長635nmの偏光方向をP偏光としたが、波長偏光フィルタの特性を図2(b)に示す特性に変更することによって、第1のレーザ検出器一体モジュールの偏光方向をS偏光としても差し支えない。この場合、第2のレーザ検出器一体モジュールの偏光方向はS偏光となることはいうまでもない。

【0052】また、実施例5と同様波長偏光フィルタの特性を変更することによって入射する偏光方向を変えることができる。これによって、各レーザ検出器一体モジュールの設置方向を任意に変えることができ、立ち上げミラー等を構成に追加することによって薄型光ヘッドを実現することが可能になる。

【0053】なお、本発明の実施例1から7では波長偏光フィルタの特性を図2(a)または図2(b)に示したが、用途に応じて図15(a)または図15(b)に示す特性の波長偏光フィルタで代用しても差し支えない。

【0054】また、上記実施例はいずれも記録されたデータを再生する場合のことをのべたが、データを記録できるシステムの場合にデータを記録する場合にも本技術は利用できる。

【0055】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、第1の光源と、第1の光源とは波長の異なる第2の光源と、光収束手段と、光合成離手段と、レーザ検出器一体モジュールと、第1と第2の光検出器とを設けることにより、一組の集光光学系を用いた簡単な構成の光ヘッドで、基材厚の異なるディスクあるいは、対応波長の異なるディスクを問題なく再生することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例における光学ヘッドの側面図

【図2】本発明の実施例における波長偏光フィルタの特性図

【図3】780nm半導体レーザの出射位置とディスク上の収差との関係を示す図

【図4】本発明の第二の実施例における光学ヘッドの側面図

【図5】本発明の第三の実施例における光学ヘッドの側面図

【図6】本発明の第四の実施例における光学ヘッドの側面図

【図7】本発明の第五の実施例における光学ヘッドの側

(10)

特開平8-55363

17

18

面図

【図8】本発明の第五の実施例におけるレーザ検出器一体モジュールの詳細図

【図9】本発明の第五の実施例におけるレーザ検出器一体モジュールのグレーティングの断面図

【図10】本発明の第六の実施例における光学ヘッドの側面図

【図11】本発明の第七の実施例における光学ヘッドの側面図

【図12】従来技術における光学ヘッドの側面図

【図13】光学情報記録再生装置におけるレンズの開口数と光ディスク厚みとの関係図

【図14】CD-Rにおける反射率と波長の特性の一例を示す図

【図15】本発明の実施例における別の特性の波長偏光フィルタの特性図

【図16】本発明の実施例におけるシステムブロック図

【符号の説明】

1 a 発振波長635nmの半導体レーザ

1 b 発振波長780nmの半導体レーザ

2 集光レンズ

3 a, b 光ビーム

4 a, b 波長偏光フィルタ

5 波長板

6 開口

7 対物レンズ

8 a 基材厚0.6mm高密度光ディスク

8 b 基材厚1.2mm光ディスク

9 a, b 光スポット

10 a, b 光ビーム

11 検出レンズ

13 a, b 光検出器

14 発振波長780nmのレーザ検出器一体モジュール

17 ホログラム

* 21 反射ミラー

25 波長板

26 対物レンズアクチュエータ

27 可動開口制限板

31 検出レンズ

44 平行平板波長偏光フィルタ

63 a, b 光ビーム

67 対物レンズ

73 光検出器

10 74 発振波長780nmのレーザ検出器一体モジュール

77 ホログラム

103 a, b 光ビーム

107 対物レンズ

108 a 基材厚1.2mm635nm対応高密度光ディスク

109 a, b 光スポット

110 a, b 光ビーム

123 a, b 光ビーム

20 135 発振波長635nmのレーザ検出器一体モジュール

201 半導体レーザ

202 集光レンズ

203 光ビーム

204 偏光ビームスプリッタ

205 1/4波長板

206 反射ミラー

207 対物レンズ

208 光ディスク

30 209 光スポット

210 反射光

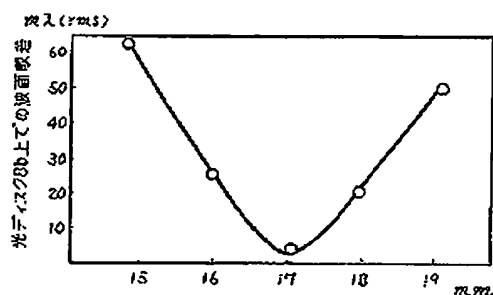
211 検出レンズ

212 シリンダリカルレンズ

213 光検出器

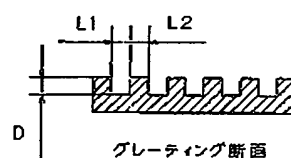
*

【図3】



半導体レーザ1bから集光レンズ2までの距離

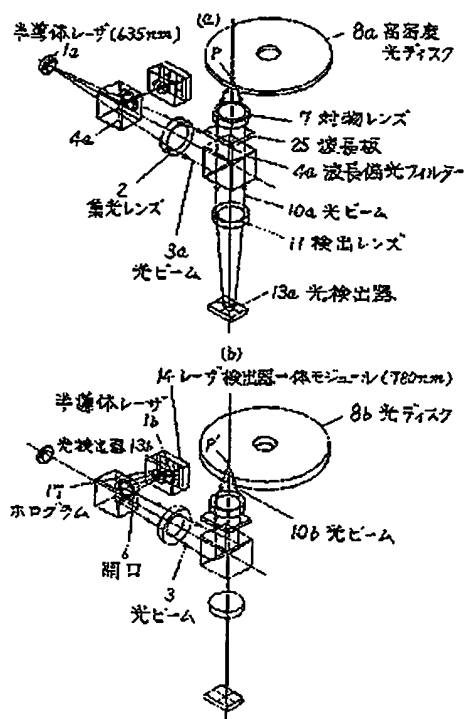
【図9】



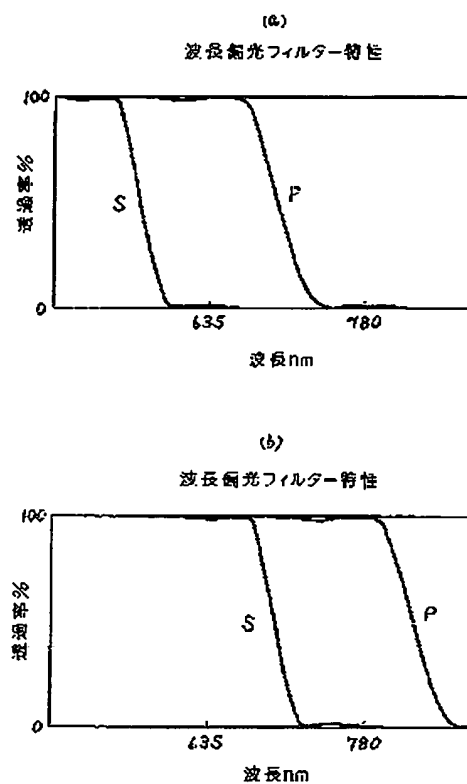
(11)

特開平8-55363

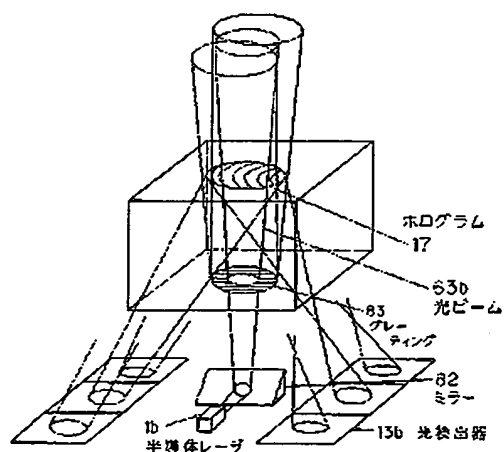
【図1】



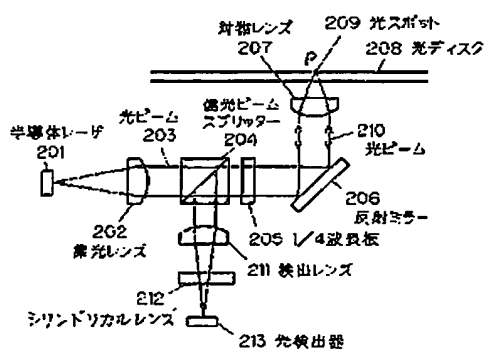
【図2】



【図8】



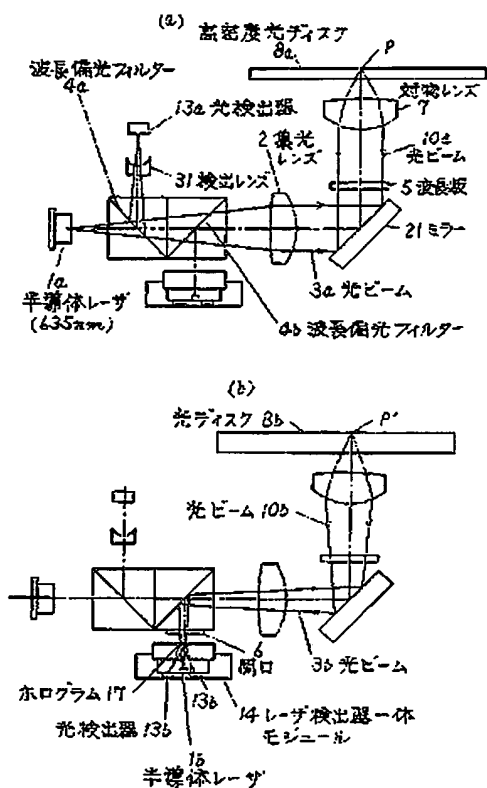
【図12】



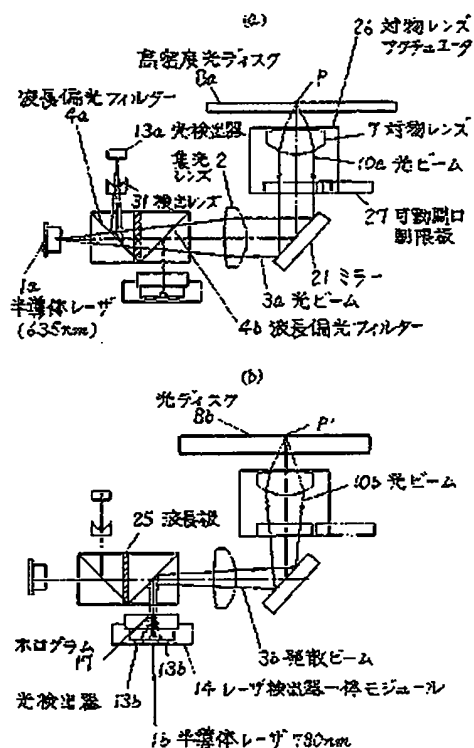
(12)

特開平8-55363

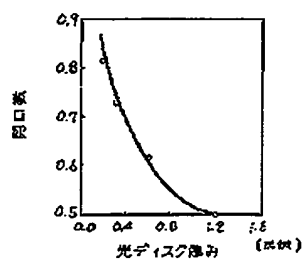
【図4】



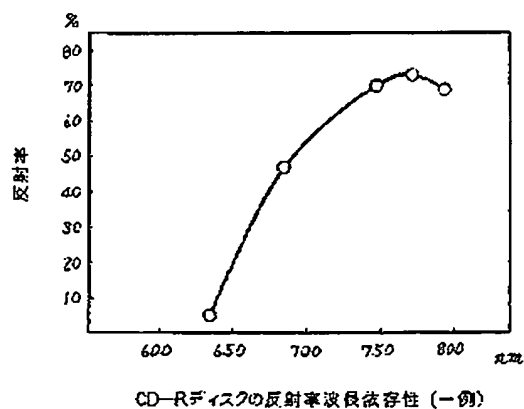
【図5】



【図13】



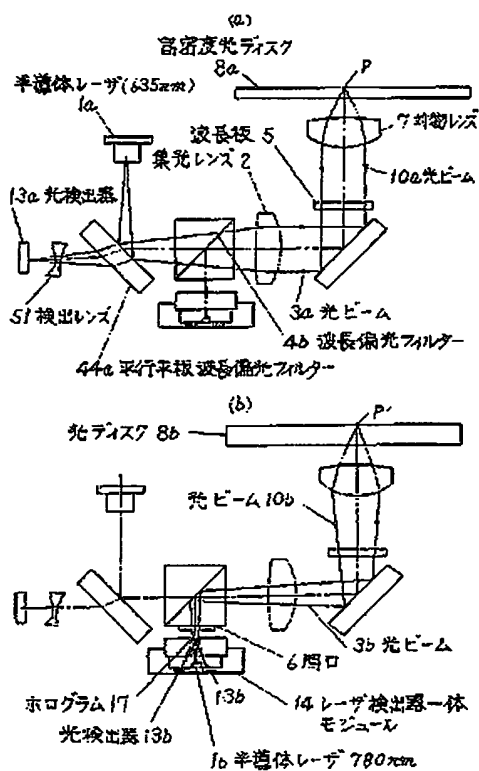
【図14】



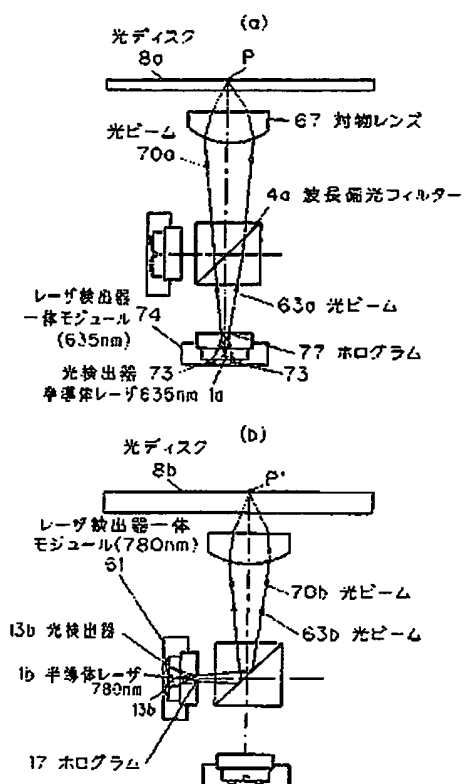
(13)

特開平8-55363

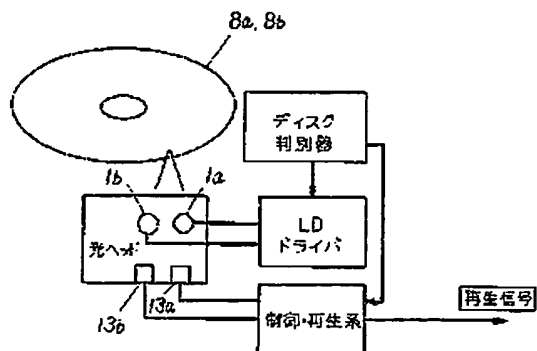
【図6】



【圖？】



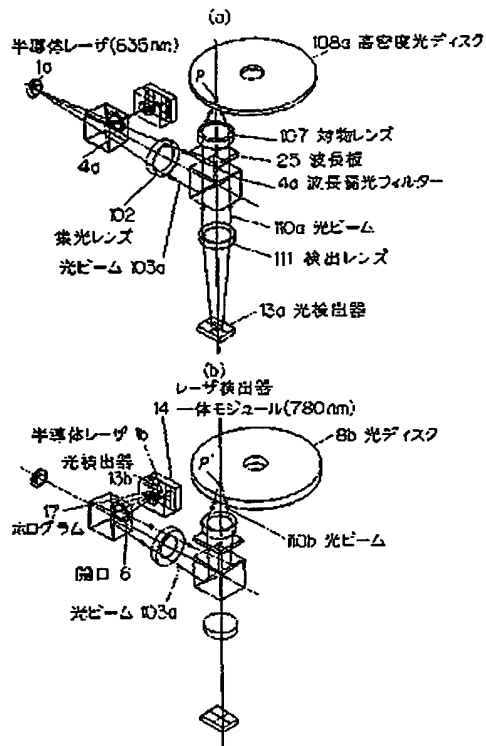
【圖 16】



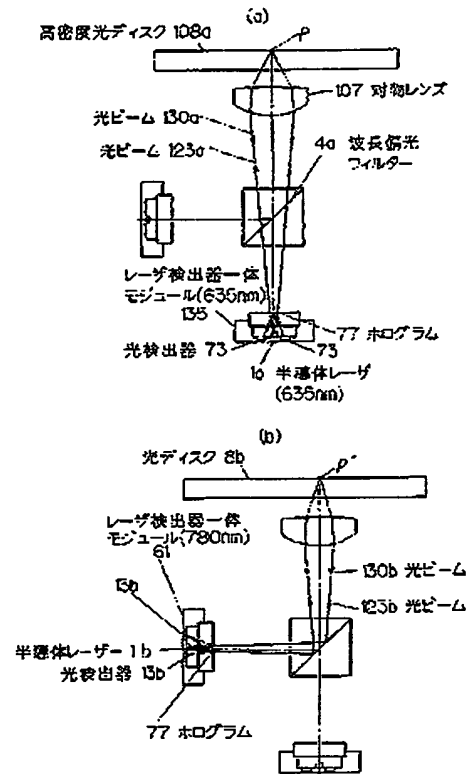
(14)

特開平8-55363

【図10】



【図11】

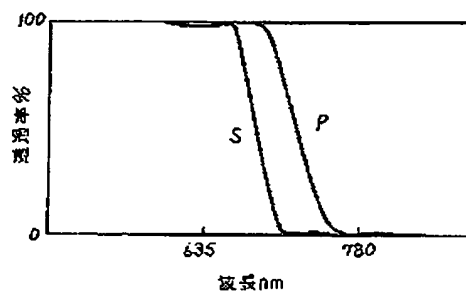


(15)

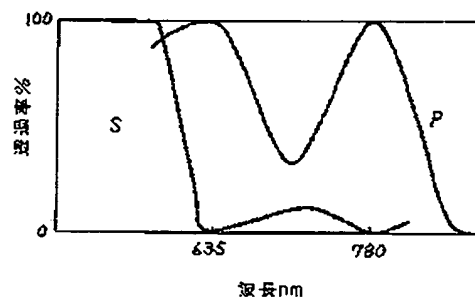
特開平8-55363

【図15】

波長偏光フィルター特性



波長偏光フィルター特性



フロントページの続き

(72)発明者 金馬 慶明
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.